

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ Zn-Ni/SiO₂ В ПОЛЕ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.Г. Валько, В.В. Война, Д.В. Лавыш

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», ул. Ожешко, 22, Гродно, 230023, Беларусь, N.Valko@grsu.by

В работе представлены результаты исследования кинетики электрокристаллизации композиционных покрытий Zn-Ni/SiO₂ при облучении электрохимической системы рентгеновским излучением в процессе фазового перехода из слабокислых электролитов с содержанием наночастиц SiO₂ (7-15 нм), равным 1 г/л. Исследовано влияние рентгеновского излучения на скорость электроосаждения вещества на катоде, на рассеивающую способность электролитов, содержащих наночастицы SiO₂, а также на электродные процессы катодного восстановления металлов в поле рентгеновского излучения методом полярографии.

Введение

Исследования в области модификации структуры и свойств гальванических покрытий рентгеновским излучением, которое действует в процессе электролиза, предполагает решение задачи изучения кинетических закономерностей и электродных процессов, протекающих в электролитах при облучении их ионизирующим излучением. В данной работе представлены результаты исследования кинетики электрокристаллизации композиционных покрытий (КЭП) Zn-Ni/SiO₂ в поле рентгеновского излучения из слабокислых, сульфатных электролитов с содержанием наночастиц SiO₂, равным 1 г/л. Исследовалось влияние рентгеновского излучения на скорость электроосаждения вещества на катоде, на рассеивающую способность электролитов, содержащих наночастицы SiO₂, а также были изучены электродные процессы катодного восстановления металлов в поле рентгеновского излучения методом полярографии.

Материалы и методы

Кинетика катодного осаждения композиционных покрытий исследовалась с помощью полярографа ПУ-1, блока сопряжения ГРАФИТ-2 при скорости развертки 10 мВ/с. Зависимость скорости процессов от потенциала на рабочем электроде (РЭ) исследовалась с помощью трехэлектродной электрохимической ячейки. Электрод из низкоуглеродистой стали 08кп служил РЭ. В качестве электрода сравнения (ЭС) использовали хлорсеребряный электрод (Х.С.Э.) ЭВЛ-4. Х.С.Э. был помещен в электролитический ключ 1Е5.184.412, заполненный насыщенным раствором хлористого калия, который подводился к обратной стороне катода.

Электроосаждение осуществлялось из электролита без ПАВ с соотношением $C(Zn^{2+})/C(Ni^{2+})=1/1$.

Изучение рассеивающей способности электролитов по металлу (РС_м) проводилось в щелевой ячейке Молера согласно ГОСТ 9.309 [1]. В качестве электродов в катодном блоке были использованы пластины из алюминия. Относительная погрешность метода не превышала 5%.

Основная часть

На рис. 1 представлены результаты исследования рассеивающей способности электролитов для электроосаждения композиционных покрытий Zn-Ni/SiO₂ и покрытий сплавом Zn-Ni как в поле рентгеновского излучения, так и вне его.

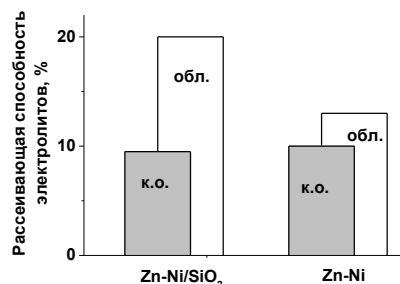


Рис. 1. Рассеивающая способность электролитов для осаждения покрытий сплавом Zn-Ni и КЭП Zn-Ni/SiO₂ без облучения (к.о.) и под облучением (обл.).

Видно, что величина РС_м электролитов с наночастицами очень мала (9.5%) и, практически, равна РС_м электролитов, для осаждения сплавов Zn-Ni (несущественная разница в пределах погрешности).

Низкая рассеивающая способность данных электролитов связана с тем, что в сульфатных слабокислых электролитах разряд ионов металла происходит при малой поляризации катода и только из простых гидратированных ионов, в результате чего покрытия формируются с развитой, крупнозернистой поверхностью [2, 3].

В ходе исследования было обнаружено, что воздействие рентгеновского излучения на электролит в процессе осаждения покрытий Zn-Ni приводит к увеличению их РС_м на 30%, при осаждении КЭП Zn-Ni/SiO₂-РС_м увеличивается более чем в два раза. Увеличение РС_м данных электролитов обусловлено, в первую очередь, повышением электропроводности вследствие радиолиза водного электролита под действием рентгеновского излучения. Рост РС_м электролитов при их облучении рентгеновским излучением, возможно, также связан с изменением газонаполнения электролита, обусловленное снижением скорости и интенсивности восстановления водорода на катоде, и увеличением вероятности его восстано-

ления непосредственно в объеме электролита вследствие радиационно-химических реакций [4].

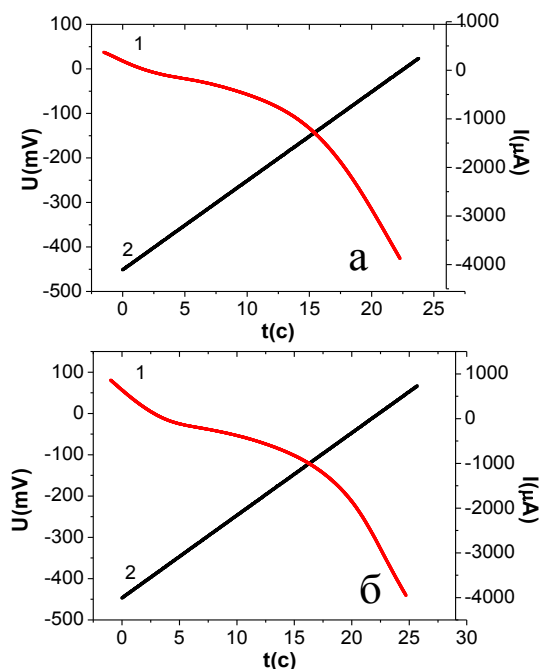


Рис. 2 Кривые зависимости силы тока (I) и напряжения (U) от времени, полученные через 20 мин осаждения Zn-Ni/SiO₂ контрольных. (а) и в поле излучения (б): 1 - зависимость I от t ; 2 - зависимость U от t .

На рис. 2 приведены результаты исследования кинетики электродных процессов методом полярографии. Видно, поляризационные кривые в основной своей части лежат в области отрицательных потенциалов. Обнаружено, что с увеличением времени электроосаждения потенциалы восстановления смещаются в электроотрицательную область, что свидетельствует об увеличении концентрации гидроксидов и окислов восстанавливаемых металлов в прикатодном слое [5]. Действие рентгеновского излучения, напротив, приводит к смещению потенциалов восста-

новления в электроположительную область, что указывает на уменьшение гидроксидной пленки на катоде и улучшению качества покрытия: увеличению адгезии, сплошности и плотности покрытий [6].

Следует обратить внимание, что с увеличением времени осаждения уменьшается сила тока в ячейке. Снижение тока обусловлено уменьшением скорости подачи электрохимически активного вещества к поверхности электрода по мере расширения диффузионного слоя.

Заключение

Таким образом, анализ кинетических характеристик позволяет сделать следующий вывод, что действие рентгеновского излучения на электролит в процессе осаждения композиционных покрытий Zn-Ni/SiO₂ ускоряет электрохимические и диффузионные процессы: увеличиваются такие показатели как рассеивающая способность электролитов и скорость осаждения вещества на катоде. Полученные данные указывает также на то, действие рентгеновского излучения влияет на качество получаемого покрытия вследствие изменения степени поляризации электродов.

Список литературы

1. Покрытия гальванические. Определение рассеивающей способности электролитов при получении покрытий: ГОСТ 9.309-86. Введ. 21.01.86. Минск: Госстандарт, 1986. 9 с.
2. Valko N.G. // 5th International conference «Radiation Interaction with materials: fundamentals and applications 2014», 12-15 May. P. 108-109.
3. Valko N. // Известия Вузов. Физика. Т. 57. № 12. С. 87.
4. Пикаев А.К. Современная радиационная химия. Радиолит газы и жидкости. М.: Наука, 1986. 439 с.
5. Пурин Б.А., Цера В.А., Озола Э.А., Витиня И.А. Комплексные электролиты в гальванотехнике. Рига: Лиесма, 1978. 265 с.
6. Гамбург Ю.Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов. М: Янус-К, 1997. 384 с.

KINETICS OF THE ELECTROCRYSTALLISATION OF COMPOSITE COATINGS Zn-Ni/SiO₂ IN THE X-RAY FIELD

N. Valko, V. Vojna, D. Lavys
Yanka Kupala State University of Grodno,
22 Ozheshko str., Grodno, 230023, Belarus, N.Valko@grsu.by

The paper presents results of the study of the kinetics of an electrocrystallisation composite coatings Zn-Ni/SiO₂ in the X-rays irradiation field. The deposition was from an aqueous solutions with nanopowder SiO₂ (7-15 nm). The effect of the X-ray irradiation on the rate of electrodeposition, on the throwing power of electrolytes with nanopowder SiO₂ was investigated. The materials are polarographic curves deposition coatings Zn-Ni/SiO₂ in the electrochemical cell. Comparative analysis of the kinetics of electrochemical deposition in the X-rays irradiation and without are presented.